



## **Stort udslip af giftig gas ved aflæsning af madaffald (Major release of toxic gas while unloading food waste at biogas plant)**

**Hedlund, Frank Huess**

*Published in:*  
Dansk Kemi

*Publication date:*  
2018

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Hedlund, F. H. (2018). Stort udslip af giftig gas ved aflæsning af madaffald (Major release of toxic gas while unloading food waste at biogas plant). *Dansk Kemi*, 99(5), 36-40.

---

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Stort udslip af giftig gas ved aflæsning af madaffald

Ved aflæsning af madaffald på et biogasanlæg blev bygningen fyldt med blandt andet giftig svovlbrinte-gas. Under marginalt andre omstændigheder var fem personer omkommet. Præcis hvilke gasser, der blev frigivet, og årsagen til gasudviklingen er ukendt.

Af Frank Huess Hedlund

Biogas vurderes at være en lovende måde, som på samme tid kan opfylde flere af EU's energimål [1]. Biogas kan bidrage til at forøge andelen af vedvarende energi. Biogas kan efter oprensning til ren biometan og kompression anvendes som biobrændstof i transportsektoren, som ellers har svært ved at nå CO<sub>2</sub>-målene. Endelig kan biogas dannes ved udrådning af affald, så målsætninger om genanvendelse opfyldes. Biogas passer også fint ind i modeprægede forestillinger om cirkulær økonomi og den slags.

## Biogas risici

Tør biogas siges ofte at indeholde ca. 65 vol-% metan og 35 vol-% kuldioxid samt små mængder andre gasser. Koncentrationerne er dog afhængige af substratets sammensætning og kan derfor variere.

Der er tre typer af risici ved biogasproduktion. Da metan er brændbar, er der i sagens natur en risiko for brand og eksplosion. Biogas indeholder små, men farlige koncentrationer af giftige gasser, særligt svovlbrinte. Da det biologiske råmateriale (substratet) ofte er affald (eksempelvis ekskrementer), er der endvidere farer fra patogener (sygdomsfremkaldende) mikroorganismer.

Farer for brand og eksplosion er selvfølgelig de samme, uanset om metangassen kommer fra en biologisk rådneprocess eller fra fossile kilder. Men da rådneprocessen også danner giftig svovlbrinte og kvælende kuldioxid, er der også farer ved indånding af toksisk gas. Rå biogas er derfor farligere end fossil gas.

Denne artikel argumenterer, at disse farer kan være dårligt forståede. Ulykker, som skyldes dårligt forståede farer, bør undersøges grundigt, således at farerne kan forebygges eller styres. Det har været en lang og bestemt ikke smertefri proces i den fossile energiindustri, men slutresultatet har været et højt sikkerhedsniveau i denne sektor. Til sammenligning befinder biogasindustrien sig på lavere stade, og der er langt op.

## Substrat - en knap ressource

Der er alvorlig mangel på substrat af ordentlig kvalitet [2]. Husdyrgødning har for lidt organisk stof til, at biogasproduktion selv med kraftige støtteordninger<sup>1</sup> er økonomisk rentabel. Der er behov for energirige såkaldte co-substrater. Driftige landmænd kan selvfølgelig supplere med energiafgrøder eller med fødevarer. Men dyrkning af landbrugsarealer udelukkende

for biogasproduktion anses at være uetisk, idet det reducerer fødevareproduktionen i en verden, hvor mange sulter.

Her er madaffald en politisk vindersag, da det er et energirigt substrat, som ellers ville gå til forbrænding. Danmarks målsætning er at mangedoble udnyttelsen af madaffald til biogasproduktion.

## Madaffald

Leverandører af kværne til madaffald henvender sig til cateringbranchen og storkøkkener, på hospitaler, større kantiner m.m. Kværnen er på størrelse med et komfur og stilles op i køkkenet. Den tilsætter vand, så madaffaldet bliver til en pumpbar grød, som via et rørsystem føres til en biotank. Når biotanken er fuld, tømmes den af en slamsuger. En sådan kværn rationaliserer håndteringen af madaffaldet. Der bliver mindre håndtering af de store, tunge og noget u-charmerende affaldsspande. Efter sigende kunne et dansk sygehus reducere antal afhentninger af madaffald fra 150 til 10 gange om året.

Der tilbydes helhedsløsninger, hvor leverandøren holder øje med tankens fyldning, arrangerer tømning og fører regnskab med mængder, så der ved årets udgang kan udstedes certifikater over mængden af produceret biogas, den sparede CO<sub>2</sub>-udledning osv. til brug for storkøkkenets grønne regnskab.

Men madaffaldets opholdstid i logistikkæden forøges. Ikke blot i storkøkkenets biotank. Slamsugerfirmaet opbevarer også madaffaldet midlertidigt for at samle sammen til et fuldt

## ■ Serie om ulykker med farlige stoffer

Der er foregået en del ulykker i Danmark. Men der er ikke tradition for efterforskning og systematisk vidensdeling. Med ganske få undtagelser er dyrt høstede erfaringer i fare for at blive glemt.

Santayana har sagt, at de, der ikke kender historien, er dømt til at gentage den.

Artiklen er den ottende i en serie, som vil råde bod på denne sorte plet ved at beskrive tidligere hændelser udvalgt for deres læringspotentiale.

<sup>1</sup> Hvis den forventede gennemsnitlige PSO-støtte pr. kWh over en 20-årig periode sættes til indeks 100 for vindmøller på land, er den indeks 289 for havvindmøller og indeks 471 for biogas [10].

vogntog til biogasanlægget. Måske kan dette ændre affaldets egenskaber og introducere nye og dårligt forståede farer.

### Ulykken

På biogasanlægget i Hashøj (Sjælland) aflæsses madaffaldet i en grav, som er integreret i en nedgravet tank. Graven er normalt lukket med et låg, som kan åbnes af en hydraulisk aktuator. For at reducere lugtgener for naboerne er graven placeret i en bygning med mekanisk ventilation.

Kort før kl. 7 om morgenen den 6. august 2015 bakkede en lastbil ind til graven. Chaufføren gik hen til vognens bagende for at åbne bagventilen og tømme bilen for madaffald. Så gik han tilbage mod førerhuset for at tage sin kedeldragt på. Det er det sidste, han husker.

Udenfor var en anden lastbil netop ankommet med noget andet bioaffald. Han så, at hallen var optaget og gik ind for at få en sludder med den første chauffør. Da han trådte ind gennem den åbne port, stod chaufføren ved førerhuset med sin kedeldragt i hånden. Der lugtede grimt derinde, og det stak i øjnene. De havde ikke mødtes før, men havde en fin snak, måske et par minutter. Så gik han tilbage til sin bil.

Pludselig hørte han en mærkelig lyd inde fra hallen. Han vendte sig om og så chaufføren falde om. Han styrtede ind for at hjælpe. Chaufføren lå på ryggen, havde kastet op og tisset i bukserne. Han forsøgte at vende ham om, så han ikke blev kvalt i sit opkast. Men manden var for tung.

Udenfor havde han set, at tømreren, som arbejdede på et nyt laboratorieskur inde i hallen, netop var ankommet. Sammen forsøgte de at vende chaufføren om, men igen forgæves. Måske ville tre personer kunne vende manden. Tømreren løb ind på kontoret for at hente driftsassistenten. Chaufføren ringede 112. Da hydraulikstationen til tankens røreværk støjede, gik han udenfor for at ringe. Det var et heldigt valg.

På vej tilbage fra kontoret, mødte tømreren og driftsassistenten driftslederen, som netop var mødt. De gik alle tre ind i hallen. Alle tror, det er et hjertestop. Alarmcentralen opfordrer dem til at blive ved manden og løbende oplyse om hans tilstand. Driftsassistenten kravler op i førerhuset for at standse motoren. Pludselig bliver han rigtig dårlig og vil bare ud. Han vakler ud og er voldsomt stakåndet, som havde han løbet en maraton. Driftslederen råber et eller andet til ham, men han er alt for stakåndet til at kunne svare. Inde i hallen bliver tømreren pludselig overvældet af en meget kraftig tissetrang. Han løber ud, meget forpustet, som havde han løbet en 100 m sprint. Han vil tisse, men opdager, at han allerede har tisset i bukserne. Han husker, at han bebrejder sig selv intenst for at gå i panik, for ikke at kunne magte en nødsituation. Han er virkelig gal på sig selv. Han løber ind i hallen igen.

Driftslederen har sat sig ned på nogle paller derinde. Han sidder svagt foroverbøjet, med knæene i armhulene. Han er nok blevet svimmel, tænker tømreren. Tømreren går hen til ham for at hjælpe og ser, at hans øjne er vidt åbne og blodsprængte, der løber savl eller fråde ud af munden på ham, og han har tisset i bukserne. Så sortner det bagfra, som om der bliver trukket et gardin for. Tømreren besvimer. Nu er der tre bevidstløse personer i hallen.

Udenfor er driftsassistenten kommet til hægterne. Han kigger ind af døren. Chaufføren er stadig bevidstløs og er blevet blå. Driftslederen sidder ned. Tømreren sejler rundt på gulvet, mister balancen, forsøger at kravle på hænder og knæ, og kollapse så. Han hører vist, at den anden chauffør råber noget til ham, at 112 siger, at der kan være farlig gas inde i hallen, men han registrerer det ikke rigtigt.

Det er temmeligt besynderligt, for han har den allerstørste respekt for gasser. Han ville aldrig være gået ind i hallen, hvis han havde mistanke om, at der kunne være farlige gasser der-

# Stillesiddende arbejde?

## SID DIG I FORM

**PRØV GRATIS**  
RING PÅ TELEFON  
4494 5244



### På en aktiv trænende kontorstol

Takket være deres unikke boldlignende bevægelser følger vores aktive stole dig og din krop mens du arbejder. Kroppens intuitive bevægelses behov får dig til at skifte arbejdsstilling uden du tænker over det. Det eliminerer stillesiddende arbejde, holder blodomløbet i gang og træner ryg, lænd & mavemuskler. God medicin mod ryg & lændesmerter.

Få en af vores aktive stole gratis på prøve i 14 dage. Så kan du selv mærke effekten på din egen krop. Se mere på [swopper.dk](http://swopper.dk)

**swopper®**  
SID DIG I FORM



**muvman**

Aktiv sidde & stå stol til  
fx produktion & laboratorie



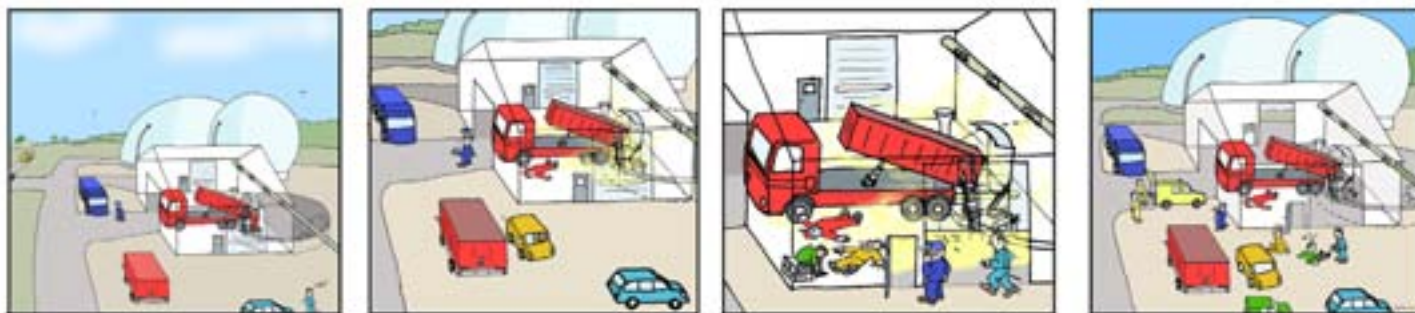
**swopper**

Aktiv ergonomisk  
kontor & arbejdsstol



**3Dee**

Aktiv ergonomisk  
kontorstol m. ryglæn



Figur 1. En chauffør (rød) læsser madaffald af i en grav på Hashøj Biogas. Det er det sidste, han husker. En anden chauffør (blå) parkerer i venteposition og går ind og får en sludder med ham. Han går ud igen, men vender sig om, da han hører mærkelige lyde fra hallen og ser, at den røde chauffør ligger bevidstløs. Han går ind for at yde førstehjælp. Tømreren (gul) er netop ankommet. Ganske kort efter kommer også driftslederen (grøn). Driftsassistenten (lyseblå) kommer ud fra kontoret. De går alle tre ind for at hjælpe. Driftsassistenten bliver pludselig dårlig og løber ud. Da han kommer tilbage, er de to andre hjælpere faldet om. Heldigvis åbner han rulleportene, inden han går ind og trækker dem ud. Under marginalt andre omstændigheder kunne alle fem personer være omkommet. Det ville placere ulykken blandt de værste siden eksplosionsbranden på Lindø Skibsværft i 1994 med seks omkomne. Hvilke gasser der blev frigivet, og årsagen til at de blev frigivet, er ikke undersøgt. Men nu er ventilationen forbedret, og der er gasalarm.

inde. Han arbejdede tidligere for en vognmand i Svebølle, og de mistede en meget erfaren vaskemand, som gik ned i en tankbil for at rengøre den. Tanken havde indeholdt fiskeolie. Ifølge driftsassistenten var der brugt kvælstof til at tømme fiskeolien ud af tanken. Pressedækningen fra februar 2011 skriver dog, at et andet firma havde rengjort tanken med kvælstof. Uanset årsagen til at kvælstof var til stede, var slutresultatet, at vaskemanden døde af iltmangel. En kollega, som gik ind i tanken for at hjælpe, faldt også om og blev ført til hospitalet i kritisk tilstand<sup>2</sup>.

Driftsassistenten kan ikke forklare hvorfor, men han beslutter at åbne rulleportene. Det er en overordentlig heldig beslutning. Han åbner rulleporten i den modsatte side også. Så trækker han tømreren ud af den åbne port. Tømreren kommer relativt hurtigt til sig selv, og sammen går de ind og trækker driftslederen ud. Han er svær at få liv i, men det lykkes. Så ankommer den første ambulance, som kører helt frem til hallens åbne port.

Ambulancerederne spørger, om det er sikkert at gå ind i hallen. Ja, ja, svarer de. De har jo lige været derinde og trække folk ud. Ved fælles hjælp får de chaufføren op på en bære, han får ilt og hjertestimulation og køres senere til sygehus. Han overlever. Der er flere detaljer i den engelske artikel [3].

## NO<sub>x</sub>-forgiftning

Kort efter ankommer redningsberedskabet. En halv time senere foretager de gasmålinger inde i hallen. Organiske gasser (VOC), CO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>S måles alle til 0 ppm. NO<sub>x</sub> måles til 12 ppm. NO<sub>x</sub>-forgiftningen meddeles til akutmodtagelsen og ringer ud i alle medier. NO<sub>x</sub>-målingen er et mysterium. Godt nok er naturen leveringsdygtig i de besynderligste reaktioner. Blandt andet døde flere malkekøer inde i en stald, fordi frisk græs blev ensileret udenfor og afgav store mængder NO<sub>x</sub>, som sivede ind i stalden [4]. Men umiddelbart må afgivelse af NO<sub>x</sub> fra madaffald vurderes at være lige så sjældent som at finde en høne med tænder.

Redningsberedskabet har formentlig målt NO<sub>x</sub> fra nogle udstødningsgasser, måske endda fra deres egne køretøjer. Center for Teknik og Miljø i Slagelse Kommune sender en miljøvagt (DMR) ud, som registrerer grundlæggende oplysninger og foranlediger, at en prøve af madaffaldet bliver sendt til analyse for NO<sub>x</sub> og salpetersyre. Laboratoriet svarer et par dage senere. De måler pH til 3,2, ilt til 1,7 mg/l, og et meget lavt nitrit/nitratindhold på 0,04 mg/l. Laboratoriet udelukker derfor, at prøven indeholder

salpetersyre. Der er ikke noget i prøven, der kan forklare et stort og pludseligt udslip af nitroge gasser, skriver de. I henhold til sædvanlig praksis destruerer laboratoriet prøven kort tid senere.

Forgiftningssymptomerne peger klart på H<sub>2</sub>S-forgiftning. Men oplysninger om stakåndethed peger også på, at der må have været høje CO<sub>2</sub>-koncentrationer i hallen. På Hashøj Biogas bemærkede kun få den meget markante stank af gassen. Men det er ikke usædvanligt ved ulykker. Symptomer på H<sub>2</sub>S og CO<sub>2</sub>-forgiftning er behandlet i tidligere artikler i Dansk Kemi [5-6].

Et par fortravlede tilsynsførende fra Arbejdstilsynet udstedte samme dag et straks påbud om at undgå unødigt påvirkning af sundhedsskadelig gas, når der aflæsses madaffald. Påbuddet blev opfyldt ved at forøge ventilationsraten, installere gasalarm og opsætte flugtmasker.

## Utilstrækkelig opklaring

For en gangs skyld opdagede jeg ulykken kun en lille uge efter, at den var sket. Det var selvfølgelig især oplysninger i pressen om NO<sub>x</sub>-forgiftning fra madaffald, der trak, idet det lød helt vanvittigt. Jeg rettede straks skriftlig henvendelse til Arbejdstilsynet om, at det måtte være H<sub>2</sub>S, ikke NO<sub>x</sub>, og at noget tilsvarende var sket i Tyskland (se faktaboks, på side 39), men det løb ud i sandet. Det lykkedes at arrangere et besøg på stedet små to måneder senere. Alle, der var til stede under gasudslippet, indvilligede efterfølgende i at lade sig interviewe.

Der blev søgt aktindsigt hos miljømyndigheden, arbejdstilsynet og politiet. Kun miljømyndigheden kunne bidrage med oplysninger af interesse. Aktindsigt fra politiet trak ud, og blev til sidst afvist grundet erhvervshemmeligheder. En medvirkende årsag lader til at være obstruktion fra ejeren af biogas-anlægget, som ellers oprindeligt havde været imødekomende. Ejeren blev kontaktet telefonisk for at forklare, hvor vigtigt det er, at ulykker opklares grundigt, og erfaringer deles. Det var en surrealistisk telefonsamtale, hvor ejeren affærdigede spørgsmål om opklaring som konspirationsteorier og afviste at vide noget om, hvorvidt der var erhvervshemmeligheder på stedet.

En klageprocedure fik senere (maj 2016) dokumenterne ud af politiet, men med essentielle oplysninger overmalet med sort, blandt andet et foto af graven og låget. Det er netop her, ulykken starter, og uden disse oplysninger er det svært at forstå omstændighederne ved forgiftningen. Graven er et simpelt hul i toppen af en betonbeholder, og låget er bare en klap, der lukker ned. Hvordan dette skulle være en erhvervshemmelighed, er svært at forstå. Desuden har avisdækningen et foto af netop graven og låget - så hemmelighederne er allerede i public domain.

Men kulminationen på politiets aktindsigt må være de til-

<sup>2</sup> Der skete en næsten identisk ulykke i 2016 i Tarm (Jylland), hvor en person omkom i tanken på en tankbil, da han skulle gøre den ren. Tanken var fyldt med argon i forbindelse med noget svejsearbejde. En kollega opdagede, at personen lå bevidstløs i tanken. Han gik ned i tanken for at hjælpe og udsatte sig selv for stor fare.



knyttede betingelser, at det ikke er tilladt mig at søge yderligere oplysninger. Hvis politiets aktindsigt var givet på et tidligt tidspunkt, ville det ikke have været muligt at skrive denne artikel. Politiets overfladiske oplysninger viste sig ironisk nok at være værdiløse for dette arbejde.

### Ingen fare for miljøet

Det faktuelle grundlag for denne artikel er ikke fuldstændigt. Jeg ventede i over en måned med at tage kontakt til biogas-anlægget, dels for ikke at gå i vejen, dels i forventning om at kemiske og andre undersøgelser var afsluttet, og der forelå nogle resultater. Denne forventning var alt for optimistisk. Der er ikke undersøgt noget som helst.

Mine interviews er foretaget godt to måneder efter ulykken, telefonisk, sent om aftenen og under forhold som ikke er optimale. Der kan være sket erindringsforskydelser og der er enkelte uafklarede interne uoverensstemmelser, som dog er uvæsentlige

### ■ Tysk biogasulykke med svovlbrinte

På et biogasanlæg i Rhadereistedt i Nordtyskland skete der en meget alvorlig H<sub>2</sub>S-ulykke ved aflæsning af animalsk affald. Den kostede fire personer livet. Som på Hashøj, var aflæsningsgraven til fortanken placeret i en lukket hal for at reducere lugtgener, graven kunne lukkes med en klap og der var mekanisk ventilation i bygningen.

Klokken var lidt over 6 om morgenen, da en tankbil fra Holland bakkede ind til graven. En anden tankbil var netop ankommet og måtte vente. Chaufføren gik ind i en tilstødende kaffestue, hvor han gennem et stort vindue kunne se, hvad der skete inde i hallen. Der var fire personer i hallen: driftslederen, to assistenter og den hollandske chauffør.

Umiddelbart efter at aflæsningen begyndte, faldt alle fire personer i hallen omkuld. Chaufføren løb ud af frokoststuen og ringede 112. Derefter faldt også han omkuld foran porten til hallen.

Affaldsproduktet i tankbilen var svinetyndtarmsslim, der var blevet behandlet på en hollandsk farmaceutisk virksomhed for at udvinde heparin, et aktivstof i antikoagulantlægemidler. Affaldets pH blev målt til 8,5, hvorved sulfid findes i opløsningen som HS<sup>-</sup> (pK<sub>a</sub> H<sub>2</sub>S = 7,0). Kilden til de store mængder sulfider i affaldet er ikke oplyst. Man kan spekulere, at der i forbindelse med udvinding af heparin ofte tilsættes sulfid som konserveringsmiddel og antioxidant. Sulfatreducerende bakterier kan efterfølgende have omdannet det til sulfid.

Dagen før havde anlægget modtaget restprodukter fra mejerier, særligt valle, og noget slagteriaffald. Tyske myndigheder vurderer, at fortanken natten over havde udviklet "en lav pH", formentlig grundet mikrobiel forsurelse med dannelse af mælkesyre, propionsyre, o.a. Da det basiske affald blev læst af i fortankens meget større volumen af svagt sur væske med omrøreren kørende, blev svovlbrinte omgående drevet ud af opløsningen.

Mekanismen for frigivelse af H<sub>2</sub>S er således helt forskellig fra Hashøj, hvor affaldet var svagt surt, ikke basisk. Redningsmandskabet trængte ind i hallen med fuld åndedrætsbeskyttelse og fik ofrene ud til sikkert område i det fri. Ofrene havde imidlertid så store mængder H<sub>2</sub>S absorberet i deres tøj, at 10 personer fra redningsmandskabet efterfølgende fik forgiftningssymptomer, med kvalme, opkast, svimmelhed og hovedpine. Der måtte sættes en større dekontamineringsindsats i værk [9].

for helhedsbilledet. Oplysningerne er i videst muligt omfang krydstjekket og blevet sammenholdt med PLC's tidsangivelser af fortankens niveaumåling og tider fra kamera ved indgangsporten. Grundlaget er ikke helt tilfredsstillende, men det er nu engang det bedste, der kunne fremskaffes om denne ulykke.

Center for Teknik og Miljø i Slagelse Kommune havde rekvireret en analyse af madaffaldet for indhold af NO<sub>x</sub> og salpetersyre. Deres dokumenter vidner om kemisk indsigt og kompetent selvstændig tænkning, deres ræsonnementer er sammenhængende og fremstillingen er klar. Adspurgte hvorfor der ikke også var analyseret for alt muligt andet, sulfid som det mest oplagte eksempel, hvorfor der ikke var taget prøver af fortankens indhold, hvorfor man ikke havde forsøgt at kortlægge sammensætningen af madaffaldet, eller analysere på madaffald andre steder i logistikkæden, var svaret (korrekt), at de ikke havde mandat til dette. Det var jo en arbejdsulykke. Intet tydede på, at der havde været fare for det ydre miljø.

Ja, desværre, fristes man til at sige. Havde der været fare for miljøet, hvor det institutionelle set-up er lidt mere robust og har adgang til flere ressourcer, så var ulykken nok blevet undersøgt bedre.

Egne forsøg på at forstå sammensætning (og til dels alder) af madaffaldet måtte opgives. Det var umuligt at få oplysninger ud af leverandører af madkvarne og af hospitalskøkkener.

### Danmark er verdensmester

I 2017 placerede en stor rapport fra Verdensbanken Danmark på den absolutte top (nummer 1) inden for bæredygtig energi. Vi er det land i verden, der har de bedste betingelser for grøn energi, sagde forsynings- og klimaminister Lars Christian


**Svanholm.com**

*Optimal celle-håndtering hos Svanholm.com*



Baker Ruskinn har en hel serie af produkter, der hjælper til at håndtere og opbevare celler under deres naturlige ilt-niveau - så cellernes sande egenskaber kan studeres.



CondoCell sørger for at holde cellerne på den optimale fysiologiske ilt-koncentration.



OxyGenie er et mobilt inkubations system til f.eks. bestråling under *in vivo* forhold.



Ny Invivo 210 liter og Sci-tive 460 liter Hypoksi-isolatorer til optimal celle-håndtering.



Ny 24-kanals cellZscope 2 og cZs+ samt 6-kanals cZSE måler TEER og C<sub>CL</sub> som drug response på et celle-lag.

Svanholm.com - Jeres cellekultur og biomedical ekspert  
[www.svanholm.com](http://www.svanholm.com) - Tlf. 7026 5811 - [mail@svanholm.com](mailto:mail@svanholm.com)

Lilleholt (V). I 2016 indtog Danmark også førstepladsen på verdensranglisten over lande med bæredygtig energiforsyning ifølge en benchmarking rapport fra World Energy Council, FNs officielle energioorganisation. Vi fik ikke bare topkarakteren A. Nej, vi fik tredobbelt-A, karakteren AAA.

## Blind plet

En review artikel i tidsskriftet Renewable and Sustainable Energy om anvendelse af madaffald til biogas [7], der pr. maj 2018 var citeret ca. 300 gange, nævner slet ikke farer for de ansatte. Selvom der sker mange ulykker med biogas, er der stort set ingen oplysninger om dette i åbne kilder [8].

Hvis der anlægges et lidt bredere perspektiv på energi- og klimaindsatsen, bliver der nok nødt til at være mere opmærksomhed på sikkerhedsaspekterne, før den kan karakteriseres som bæredygtig i ordets normale betydning. Det er endvidere moralsk problematisk, hvis miljø- og klimabevægelsen har opnået at monopolisere ordene miljø og bæredygtighed, så de ikke omfatter arbejdsmiljøet.

## Konklusion

Under marginalt andre omstændigheder, med blot ganske små ændringer i timingen, kunne fem personer være omkommet ved denne biogasulykke. Det ville placere den blandt de værste ulykker siden eksplosionsbranden inde i supertankeren Gemini Star på Lindø Skibsværft i 1994 med seks omkomne. Men i modsætning til Lindø er ulykken på Hashøj ikke opklaret:

- Det vides ikke med sikkerhed, *hvorfra* gasserne kom. Det mest sandsynlige er madaffaldet, men de kan også komme fra graven, eller selvfølgelig en kombination af de to.
- Det vides ikke med sikkerhed, *hvilke* gasser der blev frigivet. Det er med stor sandsynlighed  $H_2S$ , men der må også have været  $CO_2$ , omend det er uklart, hvordan den kan forekomme i så store mængder. Der kan også være andre gasser på spil.
- Det vides ikke, *hvorfor* disse gasser blev dannet, eller under hvilke omstændighederne, de dannes.
- Det vides ikke, *hvordan* de blev frigivet.

Men det er helt udelukket, at der kan være tale om  $NO_x$ . Redningsberedskabets fejlagtige oplysninger må have vildledt lægerne på akutmodtagelsen. Endvidere forvanskede de mediedækningen, så oplysninger til offentligheden er vildledende og ubrugelige til ulykkesforebyggelse, og de afsporede opklaringsarbejdet på et meget tidligt tidspunkt.

Redningsberedskabet bliver tilkaldt, når noget er gået helt galt, og de arbejder ofte under de allervanskeligste betingelser. Det er ganske enkelt urimeligt, når røgen har lagt sig, at læne sig tilbage i lænestolen, være bagklog og kritisere deres handlinger. Men vi bliver nødt til at se i øjnene, at redningsberedskabets handlinger i denne situation gjorde mere skade end gavn. Man kan selvfølgelig forbedre ventilationen på biogas-anlægget, sætte en alarm op og give folk nogle masker. Men uden en ordentlig opklaring af årsagerne er det ikke muligt at forebygge, at det sker igen. Det er heller ikke muligt at afgøre, i hvilket omfang faren også er til stede i madaffaldets logistik-kæde (hvis madaffaldet altså var årsagen), om det er relevant også at advare slamsugermændskab, eller om faren kan være til stede allerede i biotanken hos leverandører af madaffald. Det er kort sagt ikke muligt at anvende forebyggelseshierarkiet, som ellers er en hjørnesten i arbejdsmiljøarbejdet.

Men visse ting ligger helt fast. Der var heldigvis ikke på noget tidspunkt fare for miljøet. Der er heller ikke begået juridiske eller forvaltningsmæssige fejl fra Arbejdstilsynets side. Politibetjentene gør også præcis, hvad de skal, når de afhører

vidner, hvoraf flere var omtågede eller bevidstløse. Politiets jurister begår heller ikke fejl, når de anlægger en rigoristisk fortolkning af lovens bogstav, og derved forhindrer, at korrekte oplysninger om ulykken kan komme andre til gavn. Alt er kort sagt gået lige efter bogen. Der er *intet* at komme efter.

Samfundets målsætninger om klimarigtig og cirkulær økonomi og generøs støtte til bæredygtig og vedvarende energi har medført, at dansk landbrug har opført mange biogasanlæg. Gårdejere og landmænd er pludselig blevet procesejere og -operatører på rør- og beholderanlæg med antændelig og giftig gas. Enhederne er små, og der synes at være alvorlige problemer med manglende kompetencer og viden om principper for ulykkesforebyggelse. En lille virksomhed som Hashøj Biogas kan ikke overkomme at udrede dårligt forståede problemer i en logistik-kæde med et nyt substrat (madaffald), og der er ingen institutionel støtte til at hjælpe på denne ubalance. Erfaringer peger på, at dysfunktionelle læringsprocesser er generelle for branchen for vedvarende energi [8] - branchen er ganske enkelt ude af stand til at gennemføre en ulykkesopklaring og dele erfaringer.

Ovenstående mildtest talt dilettantiske forløb ville være utænkeligt i den fossile olie- og gasindustri.

## Del disse erfaringer

Hashøj Biogas var fuldstændig uforberedt på denne ulykke. Der er grund til at tro, at andre biogasanlæg er lige så uforberedte. Denne artikel bidrager med en beskrivelse af, hvordan de tilstedeværende oplevede ulykken. Beskrivelsen bør indgå i uddannelsen af personalet på biogasanlæg, så de vil være i stand til at genkende en lignende situation, hvis (læs: når) den sker igen.

## Epilog

Artiklen er skrevet som frivilligt ulønnet arbejde og har trods flere henvendelser ikke kunnet finde muligheder for støtte. Jeg udtaler mig som privatperson, ikke på vegne af mine arbejdsgivere eller andre.

Frank Hedlund (ph.d.) er risikoekspert i Cowi og ekstern lektor på DTU i risk management.

E-mail:

Frank Huess Hedlund: fhhe@cowi.com

## Referencer

1. J. Puertas, 2009-2012 Triennium Work Report. Renewable Gas - The Sustainable Energy Solution., Kuala Lumpur, Malaysia, 2012.
2. F.H. Hedlund, Eksplosion i rådnatank med biogas, Dansk Kemi. 95 (2014) 12-15.
3. F.H. Hedlund, M. Madsen, Incomplete understanding of biogas chemical hazards - Serious gas poisoning accident while unloading food waste at biogas plant, J. Chem. Heal. Saf. (2018). doi:10.1016/j.ichas.2018.05.004.
4. J. Verhoeft, G. Counotte, D. Hamhuis, Nitrogen dioxide (silo gas) poisoning in dairy cattle, Tijdschr. Diergeneesk. 132 (2007) 780-782.
5. F.H. Hedlund, Kage årsag til iltmangel og indlæggelse på hospital, Dansk Kemi. 96 (2015) 14-17.
6. F.H. Hedlund, Svovlbrinte stinker, men dræber uden lugt (in press), Dansk Kemi. 99 (2018) 6-7.
7. C. Zhang, H. Su, J. Baeyens, T. Tan, Reviewing the anaerobic digestion of food waste for biogas production, Renew. Sustain. Energy Rev. 38 (2014) 383-392. doi:10.1016/j.rser.2014.05.038.
8. F.H. Hedlund, Biomass Accident Investigations - Missed Opportunities for Learning and Accident Prevention, in: Ek, Ehrnrooth, Scarlat, Grassi, Helm (Eds.), 25th Eur. Biomass Conf. Stock. Sweden., 2017: pp. 1804-1814. doi:10.5071/25thEUBCE2017-4AV.2.45.
9. M. Will, Unfall in der Betriebshalle der Biogasanlage in Rhadereistedt; Vier Tote - ein Schwerverletzter - zehn verletzte Feuerwehrleute, Fachausschuss Brandschutzziehung Und Brand. Im Landesfeuerwehrverband Nord. e.V. (2005).
10. B.H. Jacobsen, F.M. Laugesen, A. Dubgaard, M. Bojesen, Biogasproduktion i Danmark - Vurderinger af drifts- og samfundsøkonomi, Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet, 2013.